



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 03 302 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
A 61 C 5/10
A 61 C 5/11
A 61 C 13/15
A 61 K 6/02

⑳ Aktenzeichen: 198 03 302.8
㉔ Anmeldetag: 29. 1. 98
㉕ Offenlegungstag: 5. 8. 99

DE 198 03 302 A 1

㉑ Anmelder:

Gente, Michael, Dr.med., 35091 Cölbe, DE;
Sommer, Andrei, 35039 Marburg, DE

㉒ Erfinder:

gleich Anmelder

PTO 2903-2244

S.T.I.C. Translations Branch

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Komponenten für die Herstellung randspaltfreier Füllungen aus lichthärtbaren plastischen Füllungsmaterialien für menschliche Zähne

⑤⑦ Allein in den USA werden jährlich über 200 Millionen Füllungen zur Behandlung kariöser Zähne hergestellt. Ein großer Teil der zur Zeit weltweit verwendeten Füllungsmaterialien sind lichthärtende Komposits. Die Verarbeitung solcher plastischer, lichthärtbarer Füllungsmaterialien, die im Munde des Patienten in die Zahnkavität eingebracht und dort durch Lichteinwirkung erhärtet werden, ist mit einem erheblichen Nachteil behaftet: Die bekannten Füllungsmaterialien schrumpfen während des Erhärtens, so daß insbesondere bei der Herstellung von großvolumigen Füllungen in Backenzähnen zwischen Zahn und Füllung Spalten entstehen, welche über bakterielle Besiedlung zur Ursache von neuer Zahnkaries und Schmerzen werden können. In der vorliegenden Patentschrift werden Vorrichtungen beschrieben, mit denen dieser Nachteil durch Steuerung des Erhärtungsvorgangs zuverlässig und dauerhaft vermieden wird. So können randspaltfreie Füllungen preiswert und ohne großen Zeitaufwand zügig durch den Zahnarzt hergestellt werden. Der wirtschaftliche Vorteil für die Patienten, die Sozialversicherungsträger und den Zahnarzt ist bei Anwendung der beschriebenen Erfindung enorm, da bislang die Herstellung von haltbaren Kompositfüllungen im Seitenzahnbereich nur mit großem Zeitaufwand möglich war.

DE 198 03 302 A 1

Lichthärtbare Kunststoffe, sogenannte Komposits, sind seit über 10 Jahren in der Zahnheilkunde für die Füllung von Zähnen im Gebrauch. Sie haben sich immer dann bewährt, wenn es gilt, kleine Defekte (Kavitäten), die nicht unter hoher mechanischer Beanspruchung stehen, zu verschließen. Bei großen Zahnkavitäten besteht ein wesentliches Problem darin, daß das im Munde in die Kavität eingebrachte Komposit bei der Polymerisation merklich schrumpft. Dadurch entsteht beim Polymerisieren ein Füllkörper, der nicht die komplette Kavität ausfüllt. Es bilden sich am Übergang vom Komposit zum Zahn Spalten. Diese Spalten können den Zahn erheblich schädigen, z. B. werden die Spalträume von Bakterien besiedelt, so daß dort wieder Karies entstehen kann. Es hat zahlreiche Lösungsansätze für dieses Problem gegeben. Die bisherigen Methoden, die Randspaltbildung zu verhindern, sind wegen des hohen Zeitaufwandes am Patienten nicht routinemäßig umsetzbar: Der schrittweise Aufbau einer großen Füllung aus zahlreichen, einzeln nacheinander eingebrachten Kompositschichten mit jeweils zwischenzeitlicher Lichthärtung erfordert einen für Zahnarzt und Patient unzumutbar langen Zeitaufwand.

Versuche, die Polymerisationsschrumpfung durch gezielte Belichtung der Füllung durch die Zahnwand hindurch zu beeinflussen, sind ohne Erfolg geblieben. Es stellte sich in jüngsten Forschungen (Hoff 1997) heraus, daß die lichtleitenden Eigenschaften des Zahnbeines dieses praktisch verhindern. Das Einbringen von vorgefertigten makroskopischen Füllkörpern, sogenannten Inserts, war ein Schritt in die richtige Richtung, hatte aber nur beschränkten Erfolg: Das Insert selbst schrumpft nicht, aber das es umgebende Komposit schrumpft bei der Polymerisation unkontrollierbar. So entstehen immer noch unerwünschte Spalträume zwischen Füllung und Zahn.

Die in den Patentansprüchen angegebene und in ihrer technischen Ausgestaltung im nachfolgenden Text und bereits schon in den Patentansprüchen beschriebene Erfindung stellt eine neue Lösungsmöglichkeit der obigen Problemstellung dar. Insbesondere gelingt es mit einer geeigneten Kombination der Komponenten der Erfindung die Polymerisation des Komposits oder auch anderer plastisch verarbeitbarer lichthärtbarer Füllungsmaterialien in der Zahn-Kavität über die Belichtung derart zu steuern, daß im Gegensatz zur gegenwärtig geübten Technik die Erhärtungsschrumpfung durch ein Nachfließen des plastischen Füllungsmaterials kompensiert wird. Bei Anwendung der erforderlichen Lichtintensität und Energiedosis - z. B. durch Einsatz eines geeigneten Lasers oder einer sonstigen Belichtungsvorrichtung - via Lichtinsert, kommt es zu einer von der Oberfläche des Lichtaustrittsfensters des Lichtinserts ausgehenden, sich in der Füllung ausbreitenden Erhärtungsfront, welche schließlich die peripheren Bereiche der Kavität erreicht. Dadurch wird während des Erhärtungsvorgangs ein Nachfließen des noch plastischen Füllungsmaterials in die Kavität hinein sichergestellt, wodurch insbesondere eine Spaltbildung im Grenzbereich Füllung/Zahn verhindert wird. Erst dann wird durch Ganzflächenbelichtung der Füllungswerkstoff nachgehärtet.

Bei konventionellem Arbeiten war eine Kompensation der Erhärtungsschrumpfung bisher nicht möglich: Die äußeren Anteile der Füllung polymerisierten durch die Belichtung von außen an den Orten hoher Lichtintensität zuerst, ein Nachfließen von Füllungsmaterial zum Ausgleich der Schrumpfung war nicht möglich.

Vor dem vollständigen Aushärten des plastischen Fül-

lungsanteils, können sich Bewegungen des Lichtinserts stabilisierend auf den Lichtinsert/Füllung- und/oder den Füllung/Zahnkavität-Verbund auswirken. Um das zu vermeiden, sollte die Lichtübertragung, insbesondere während der ersten Phase der Belichtung, entweder kontaktfrei oder über einen flexiblen Lichtleiter erfolgen.

Eine Komponente der Erfindung - im Folgenden als Lichtinsert (Fig. 2) bezeichnet - ist so gestaltet, daß sie eine lichtleitende und/oder lichtverteilende Funktion erfüllt. Gemäß Fig. 1 wird das Lichtinsert (1) vorteilhafterweise in das noch weiche Füllungsmaterial (3), das die Zahnkavität (4) ausfüllt, eingebracht. Durch Belichtung ausschließlich des Lichtinserts mit einer dafür geeigneten Belichtungsvorrichtung (Fig. 3, (6)), welche Bestandteil der vorliegenden Erfindung ist, wird das Licht derart in die Füllung geleitet, daß diese vom Gebiet des Insert/Komposit-Kontakts ausgehend erhärtet. Abschließend wird die Füllung einschließlich Lichtinsert zusätzlich wie üblich belichtet; es kommt zur vollständigen Erhärtung. Die Belichtungsapparatur gestattet sowohl eine Belichtung des Komposits nur via Lichtinsert als auch eine Belichtung der gesamten Füllung, einschließlich des Lichtinserts. Das Lichtinsert kann - so die eine Möglichkeit - in der Füllung, in die es eingebracht worden ist, belassen werden. Aus der Füllung herausragende Anteile des Lichtinserts werden mit den üblichen zahnärztlichen Instrumenten abgeschliffen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Lichtinsert aus der ausgehärteten Füllung zu entfernen. Der dadurch entstandene Hohlraum in der Füllung wird entweder mit einem geeigneten Füllungsmaterial, oder mit einem vorgefertigten einzuklebenden Paßkörper ausgefüllt. Durch die Abstimmung der Farben des Füllungsmaterials und des Paßkörpers auf Farbe und Transluzenz des natürlichen Zahnes können ästhetisch besonders günstige Ergebnisse erzielt werden. Ähnlich gute ästhetische Ergebnisse können erzielt werden, wenn bei der Verwendung von Lichtinserts mit einem großen Hohlraum in diesen nach der Härtung des lichthärtbaren Füllungsmaterials ein Paßkörper geeigneter Farbe und Transluzenz eingebracht wird.

Als Lösungswege für die technische Ausführung der Lichtinserts ergeben sich mehrere vorteilhafte Gestaltungsmöglichkeiten.

a) Ausführung des Lichtinserts aus einem lichtdurchlässigen Material. Als Material kann ein organisches und/oder anorganisches Material dienen. Das Lichtinsert (Fig. 2) weist ein oder mehrere Lichteintrittsfenster (1) und eine oder mehrere sich ganz oder teilweise auf die Lichtinsert/Füllung-Kontaktfläche erstreckenden Lichtaustrittsfenster (2) auf. Die Lichtfenster sind so gestaltet, daß sie einen möglichst hohen Lichtfluß von der Belichtungsvorrichtung in das Innere des Lichtinserts, bzw. aus dem Inneren des Lichtinserts in das umgebende Füllmaterial gestatten.

b) Ausführung wie unter a), jedoch ist das Lichtinsert zusätzlich mit einem vollständig und/oder teilweise erhärteten Füllungsmaterial überzogen. So kann der Verbund des in das plastische Füllungsmaterial eingebrachten Lichtinserts begünstigt werden. Bei mineralischen Lichtinsertkörpern kann der Verbund zum Lichtinsert durch vorheriges Silanisieren der mineralischen Kontaktfläche stabilisiert werden.

c) Ausführung wie unter a) und/oder b), wobei der Lichtinsertkörper aus einem oder mehreren lichtleitenden Elementen besteht.

d) Ausführung gemäß c), wobei das Lichtinsert einen vom Ort des Lichteintrittsfensters ausgehenden und zum Lichteintrittsfenster hin offenen oder lichtdurchlässig abgedeckten Hohlraum aufweist, über den die

Belichtung erfolgen bzw. miterfolgen kann.

e) Aufbau gemäß c), wobei der Lichtinsertkörper nach dem physikalischen Prinzip eines "Photonic Crystal" aufgebaut ist.

f) Aufbau gemäß c), wobei der Lichtinsertkörper nach dem Prinzip eines mit unterschiedlichen Brechungsindizes ausgestatteten Lichtleiters realisiert wird.

Die Ausführungen a) bis f) haben vorteilhafterweise gemeinsam, daß die vom Lichtinsert in das kontaktierende Füllungsmaterial übertragene Lichtintensität auf der gesamten Lichtinsert/Füllung-Kontaktfläche hoch ist. Eine derartige Lichtübertragung kann z. B. durch Sandstrahlen der für den Kontakt zum Füllungsmaterial vorgesehenen Oberfläche des Lichtaustrittsfensters des Lichtinserts realisiert werden. Das in das Lichtinsert eintretende Licht kann auch über Lichtstreucentren im Inneren des Lichtinsertmaterials in das umgebende Füllungsmaterial reflektiert bzw. verteilt werden. Dadurch kann insbesondere das Licht in gewünschter Zeit, Intensität und Richtung in die Umgebung des Lichtinserts optimal übertragen werden.

Zur technischen Realisierung der Lichtinserts sind insbesondere das Lichteintrittsfenster, der Lichtaustritt sowie die Materialverbindung Lichtinsert-Füllung von Bedeutung. Bei der Lichtübertragung von der Belichtungsvorrichtung zum Lichtinsert kann eine verlustarme Lichteinkopplung von Vorteil sein. Dies kann z. B. durch glatte und/oder entspiegelte Lichteintrittsfensterflächen realisiert werden. Eventuelle Lichtintensitätsverluste am Lichtinserteintrittsfenster können durch eine leistungsstärkere Belichtungsquelle kompensiert werden.

Die anfängliche, ausschließlich via Lichtinsert und damit über dessen Lichtaustrittsfenster erfolgende Belichtung des Füllungsmaterials erfordert entweder eine auf die Geometrie des Lichteintrittsfensters des Lichtinserts abgestimmte, passende Lichtquelle, oder eine entsprechende Abdeckung der freien Oberfläche des Lichtinsertangrenzenden Füllungsmaterials mit einer Blende (Fig. 1: (2)), so daß bei herkömmlicher Ganzflächenbelichtung unter Anwendung konventioneller Belichtungsapparaturen zunächst das Licht nur via Lichtinsert in das Füllungsmaterial eindringen kann. Nach Abnahme der Blende werden Füllungsmaterial und Lichtinsert abschließend herkömmlich belichtet. Für diese Vorgehensweise ist die Verwendung eines Adapters (Fig. 3: (5)), der das Lichtaustrittsfenster der Belichtungsapparatur an das Lichteintrittsfenster des Lichtinserts (Fig. 3: (7)) optisch ankoppelt, vorteilhaft.

Um das Anfließen des Füllungsmaterials an das Lichtinsert beim Einbringen in die mit Füllungsmaterial versehene Kavität zu erleichtern, kann ein in die Belichtungsvorrichtung eingebauter Rüttler, dessen Vibrationen über eine geeignete Verbindung mit dem Lichtinsert übertragen werden, von Vorteil sein.

Bei der Belichtung des Komposits kann eine Belichtungsquelle mit einstellbarer Geometrie des Lichtaustrittsfensters, steuerbarer Lichtintensität und Lichtdivergenz ebenfalls von Vorteil sein. Damit gelingt insbesondere eine reproduzierbare Optimierung der Lichtflüsse, durch welche der unerwünschte Füllungsmaterial-Schrumpf minimiert bzw. gestoppt wird.

Patentansprüche

1. Lichtinserts zum Herstellen von randspaltfreien Zahnfüllungen aus plastisch verarbeitbaren lichthärtenden Füllungsmaterialien und zum dauerhaften oder zeitlich befristeten Verbleiben in der Zahnfüllung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtinserts minde-

stens ein Lichteintrittsfenster und mindestens ein Lichtaustrittsfenster aufweisen, wobei ein wesentlicher Anteil des über das oder die Lichteintrittsfenster einstrahlten Lichts das Lichtinsert über das oder die Lichtaustrittsfenster wieder verläßt.

2. Blende für Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende Licht zur Härtung des Füllungsmaterials in der Zahnkavität nur über den vom Lichteintrittsfenster zum Lichtaustrittsfenster führenden Lichtweg des Lichtinserts gelangen läßt.

3. Belichtungsvorrichtung für Lichtinserts nach Patentanspruch 1 und/oder Blende nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Lichtaustrittsfläche der Belichtungsvorrichtung dem Querschnitt des Lichteintrittsfensters des Lichtinserts angepaßt ist.

4. Belichtungsvorrichtung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Intensität und/oder die Divergenz oder die Konvergenz des aus der Belichtungsvorrichtung austretenden Lichtes steuerbar ist oder sind.

5. Belichtungsvorrichtung nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in die Belichtungsvorrichtung eine Rüttelvorrichtung integriert ist, mit der Vibrationen erzeugt und auf das Lichtinsert übertragen werden können.

6. Adapter für die Lichteinkopplung in Lichtinserts nach Patentanspruch 1 und/oder Blende nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß damit eine Anpassung des lichtübertragenden Querschnitts der Lichtaustrittsfläche der Belichtungsvorrichtung an den Querschnitt des Lichteintrittsfensters des Lichtinserts realisiert wird, wobei der Adapter neben einer mechanisch lösbaren Verbindung zum Lichtinsert und/oder zur Belichtungsvorrichtung auch die Zwischenschaltung eines Lichtleiters möglich machen kann.

7. Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtinsert größtenteils aus einem geeigneten organischen Material besteht.

8. Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtinsert größtenteils aus einem geeigneten anorganischen Material besteht.

9. Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtinsert aus einer geeigneten Kombination organischen und anorganischen Materials besteht.

10. Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die Lichtaustrittsfenster des Lichtinserts mit noch nicht oder schon teilweise erhärtetem lichthärtbarem plastischem Füllungsmaterial überzogen ist bzw. sind.

11. Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die Lichteintrittsfenster des Lichtinserts über derartige Oberflächen und/oder Anschlüsse verfügt bzw. verfügen, die für die Lichtübertragung Belichtungsvorrichtung-Lichtinsert bzw. -Adapter-Lichtinsert förderlich sind.

12. Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die Lichteintrittsfenster des Lichtinserts oder Teile davon konvex oder konkav sind.

13. Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtaustritt über die oder das Lichtaustrittsfenster durch einzelne oder mehrere geeignete Lichtstreucentren und/oder durch einzelne oder mehrere teildurchlässige, reflektierende oder spiegelnde Flächen an der Oberfläche oder im Inneren des Lichtinsertkörpers bewirkt wird.

14. Lichtinserts nach Patentanspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß das Lichtinsert einen vom Ort des Lichteintrittsfensters ausgehenden, lichtdurchlässig abgedeckten oder zum Lichteintrittsfenster hin offenen Hohlraum aufweist, der für die Lichteinkopplung geeignet ist.

5

15. Lichtinserts nach Patentanspruch 1 und/oder 14 dadurch gekennzeichnet, daß die Lichteinkopplung mittels eines zum Lichteintrittsfenster des Lichtinserts oder in den Hohlraum im Inneren des Lichtinserts führenden Lichtleiters realisiert wird, wobei die Verbindung des Lichtleiters mit dem in der Füllung verbleibenden Teil des Lichtinserts fest oder steckbar ausgeführt sein kann.

10

16. Lichtleiter für Lichtinserts nach Patentanspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Lichtleiter sowohl von der Geometrie her, als auch von der Lichtverteilung her, für einen durch die gesamte Fläche des Lichtaustrittsfensters des Lichtinserts gehenden Lichtfluß in die Umgebung des Lichtinserts eignet.

15

17. Paßkörper für Lichtinserts gemäß Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese nach Entfernen der Lichtinserts aus dem erhärteten Füllungsmaterial in den so entstandenen Hohlraum eingesetzt bzw. eingeklebt werden können.

20

18. Paßkörper für Lichtinserts gemäß Patentanspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß diese in den Hohlraum der Lichtinserts eingesetzt bzw. eingeklebt werden können.

25

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1: Lichtinsert in Zahnfüllung

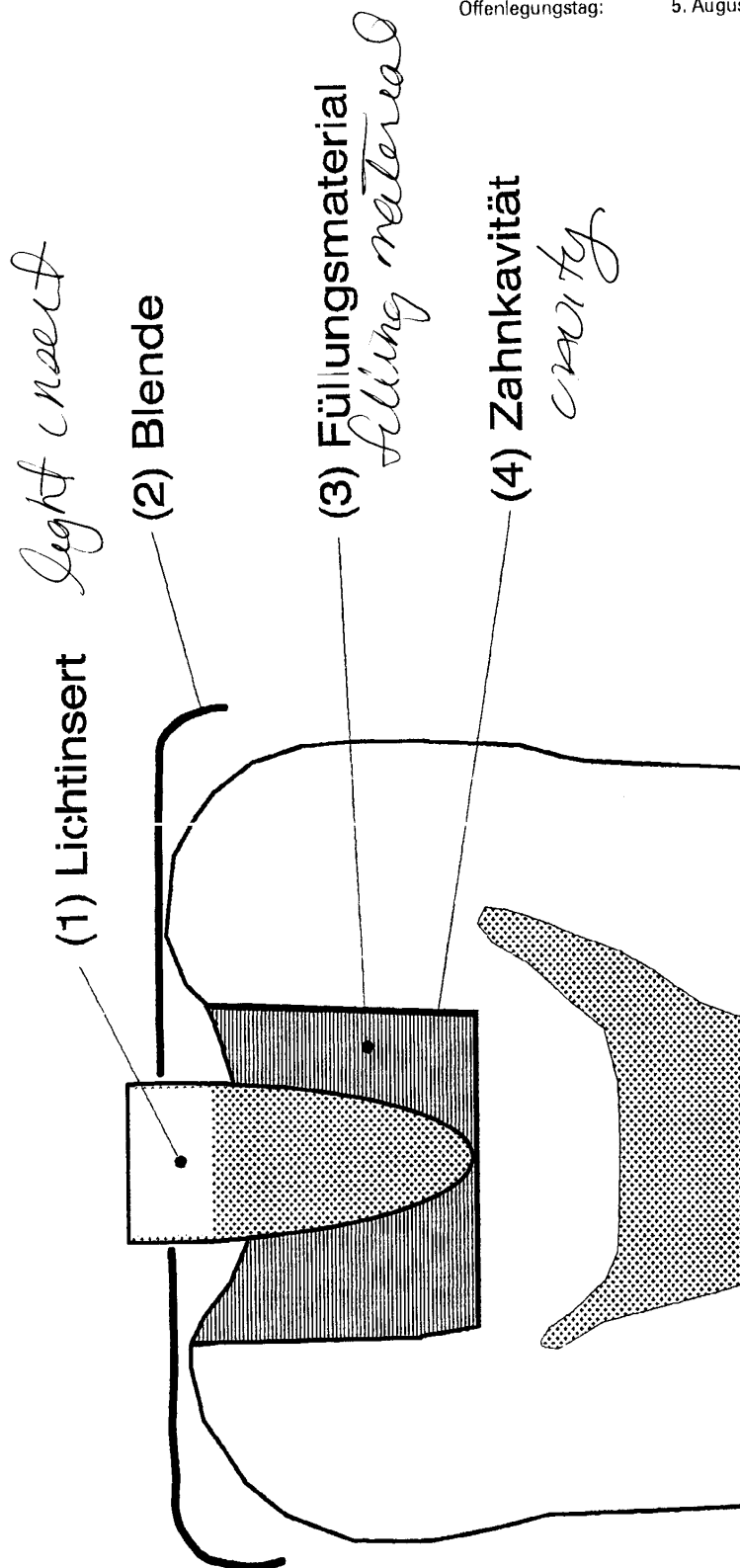
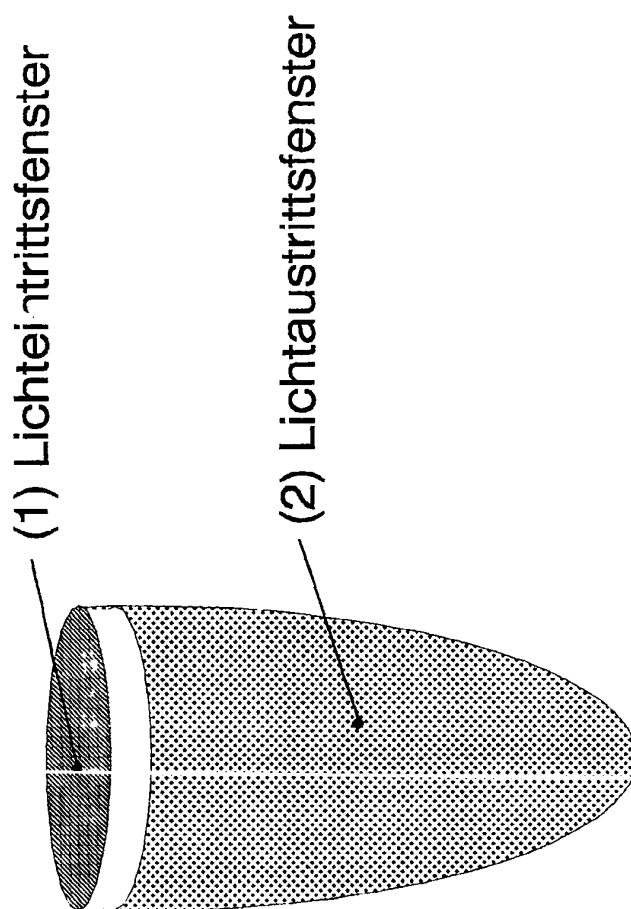


Fig. 2: Lichtinsert



**Fig. 3: Komponenten zur Herstellung
spaltfreier Zahnfüllungen**

